

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00801294.6

[51] Int. Cl⁷

F04B 39/00

H02K 7/08 H02K 21/04

[43] 公开日 2001 年 10 月 3 日

[11] 公开号 CN 1316037A

[22] 申请日 2000.6.30 [21] 申请号 00801294.6

[30] 优先权

[32] 1999.7.2 [33] JP [31] 188762/1999

[86] 国际申请 PCT/JP00/04322 2000.6.30

[87] 国际公布 WO01/02728 日 2001.1.11

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.28

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

共同申请人 松下冷机株式会社

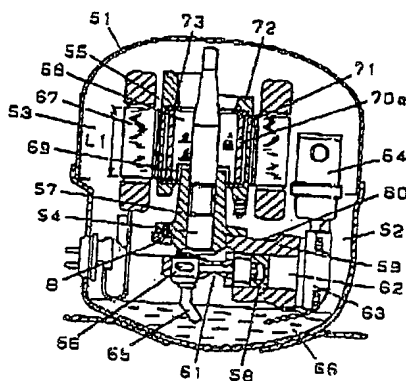
[72] 发明人 田村辉雄 饭塚辰幸 佐佐木健治
齐藤文利[74] 专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 何秀明

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图页数 10 页

[54] 发明名称 电动压缩机

[57] 摘要

一种压缩机,包括安放在密闭容器内的压缩部以及连结在压缩部并驱动压缩部的电动机部;电动机部包括具有 2 转子磁极及埋设有永久磁铁的转子铁心的电动机,压缩部的一侧边的端部上设有孔腔部;压缩部包括由非磁性材料制成的轴承,其延伸至孔腔部内。这种结构可减少由孔腔部内壁与轴承部之间的磁吸引力所引起的消耗转矩、以及轴承内的涡电流损失,因而可获得一种高效率压缩机。



ISSN 1008-4274

01.02.28

权 利 要 求 书

1. 一种压缩机，其包括：一安放在密闭容器内的压缩部以及一连结在所述压缩部并用于驱动所述压缩部的电动机部；所述电动机部包括具有2转子磁极及埋设有永久磁铁的转子铁心的电动机；所述压缩部侧边端部上的孔腔部，其中所述压缩部包括由非磁性材料制成的轴承，其延伸到所述孔腔部内。
2. 一种压缩机，其包括：一安放在密闭容器内的压缩部以及一连结在所述压缩部并用于驱动所述压缩部的电动机部；所述电动机部包括具有2转子磁极及埋设有永久磁铁的转子铁心的电动机；所述压缩部的侧边端部上的孔腔部；其中所述压缩部包括一轴承，其一部分在腔孔部内延伸，至少一部分用非磁性材料制成。
3. 一种压缩机，其包括：一安放在密闭容器内的压缩部以及一连结在所述压缩部并用于驱动所述压缩部的电动机部；所述电动机部包括具有2转子磁极及埋设有永久磁铁的转子铁心的电动机；其中所述压缩部包括由铁系材料制成的轴承部，并且通过轴向间隙使转子铁心的端面面对轴承的端面。
4. 如权利要求1、2或3所述的压缩机，其中还包括：围绕所述转子铁心具有多个起动笼型导体杆；其中转子具有埋设在导体杆内侧的多个永久磁铁。
5. 如权利要求1、2或3所述的压缩机，其中所述永久磁铁由稀土磁铁制成。
6. 如权利要求4所述的压缩机，其中所述永久磁铁由稀土磁铁制成。

01.03.28

说明书

电动压缩机

5 技术领域

本发明涉及一种用在冷冻、冷藏机或空调机的电动压缩机。尤其涉及一种高效率的电动压缩机，其中降低由磁吸引力而产生的损耗转矩和铁损，磁吸引力是由连接到压缩机电动机部的压缩部中的轴承产生的。

背景技术

10 图7所示的往返式电动压缩机是用于说明公知技术。

在图7中，电动压缩机包括密闭容器1；设置在容器内部下方的压缩部2；及设在压缩部2上方的电动机3。安装在电动机3的转子14的轴4，在其前端设有曲柄4a。

15 在由铁系材料铸成的气缸体5，包括有其内插入轴4的轴承6；及与轴承6成直角形成的气缸体7。

20 活塞9经连杆8连接到曲柄4a。当驱动电动机3时，将轴4的旋转变换成在曲柄4a的往返移动，经过连杆8传输给活塞9。因此，活塞9相对气缸7的内壁滑动。压缩室10由气缸7及活塞9形成。在曲柄4a的前端，安装有供油管11，以便将贮存在密闭容器1底部的润滑油12，通过供油管11供给压缩部2和轴4，因此使各滑动部可顺利地移动。

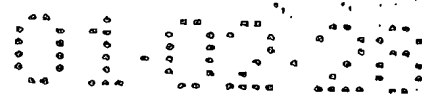
电动机3为二极感应电动机，其由定子13及转子14所构成。其中定子13由缠绕叠层电磁钢板制成的定子铁心构成；而转子14由带二次导体的转子铁心15构成，转子铁心是由叠层电磁钢板制成。

25 在转子铁心15的端部于压缩部2的一侧边上，设有孔腔16，而轴承6在孔腔16的内侧延伸。

以下说明如上述构成的公知往返移动压缩机的操作。

活塞9随着转子14的旋转通过连结到轴4的曲柄4a的连杆8而往返移动。因此，活塞9压缩压缩室10内的冷却气体，压缩的气体经由排出管(未图示)排放到如冷冻、冷藏或空调机等系统。

30 对于如压缩部2的轴承部6、气缸7、连杆8及活塞9等各滑动部的润滑，安装在轴4下端的供油管11旋转并泵送供润滑的润滑剂12。



近来, 从节省能量的观点, 要求降低冷冻、冷藏和空调机的消耗功率, 以及因小型化的要求对装置构形减小方面已进行了研究。关于小型化, 由于将转子尽量接近在压缩机部, 而使轴承的一部分延伸至孔腔内, 以便抑制不希望的转子的旋转偏差, 同时使压缩机的总高度降低。因此满足小型化的要求。然而在冷冻系统中占最大电力消耗的电动机功率方面, 仍未达到满意的程度。

以往, 在传统的用在电动压缩机的二极感应电动机, 也已采用低铁损电磁钢板, 铁心的形状已最优化、或者使用的材料体积已增加, 这是为了提高电动机的效率。然而, 感应电动机, 除了用来产生转矩以及旋转负荷的电力以外, 还需要用来形成磁路的激励电力。为此, 电动机的效率提高趋于饱和, 要进一步大幅地提高效率很困难。

于是注意到为提高电动机效率的另一种措施, 即采用永久磁铁的自起动同步型二极电动机。因为永久磁铁埋入转子中, 因此不需要激励电力。

自起动同步电动机的实例, 参照图 8 及图 9 进行说明。就整个压缩机来说, 只有电动机进行改变, 所以就改变方面下面进行说明。

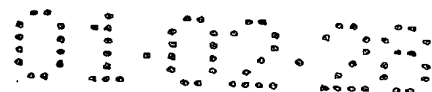
同步电动机的转子 17 是由叠层电磁钢板制成的转子铁芯 18、和为将轴 4 配合到转子铁心 18 的轴孔 19 构成。在转子铁心 18 的轴向端部形成有孔腔部 20。虽在图中未表示, 但气缸体 5 的轴承 6 的一部分延伸到孔腔 20 中。

而且在转子 17 中插入有二对平板型永久磁铁 21; 第一对的平板型永久磁铁 21 的二个以角度 α 对接形成山形状。第一对的二个磁铁配置成面向转子的外侧成为 S 极, 面向转子内侧成为 N 极。第二对的二个磁铁配置成面向转子的外侧成为 N 极, 面向转子内侧成为 S 极。如此第一对形成一个转子磁极, 而第二对则形成另一个磁极, 使整个转子 17 具有二个磁极。将磁铁 21 的宽度尺寸设为 P。

通过铝压铸件一体成型包括多个导体杆 22 和短路环 23 的起动笼型导体, 导体杆 22 设置在转子铁芯 18 上, 短路环在轴向覆盖转子铁心 18 的两端。

在转子铁心 18 的轴向两端面, 安装有非磁性体制成的保护端板 24, 用来防止磁铁 21 的脱离。在转子铁心 18 上成型有在永久磁铁之间用于防止磁通短路的阻挡层 25, 阻挡层 25 由铝压铸件与起动笼形导体整体形成。

参照图 9, 用箭头标示线简略说明磁铁 21 的磁通。就通过各磁铁 21 内



侧的磁通来说, 放置在图 9 上部二磁铁 21 的 N 极发出的磁通, 主要通过转子铁心 18 的中央部, 被吸引到放置在图 9 下部的二磁铁 21 的 S 极。因此, 通过孔腔部外周 20a 周围的铁心部 18a 的磁通密度变得非常高。

5 这样, 虽可考虑使用自起动同步型永久磁铁式电动机以代替公知的感应电动机, 但由于铁系材料制成的轴承 6 位于孔腔部 20 的内侧, 磁吸引力作用在被激励的孔腔部 20 内壁与轴承 6 外壁之间。因此, 产生使电动机产生的转矩降低而造成的损耗转矩, 同时, 磁铁 21 的磁通通过轴承 6 并产生涡电流损失。为了补偿此损耗转矩及涡电流损失以便继续运转, 电动机需要投入另外的电力, 从而成为妨碍效率提高的原因。

10 发明描述

本发明用于解决上述问题。其目的在于提供一种可减少由于轴承中的磁吸引力所引起的损耗转矩及铁损(尤其是涡电流损失)的高效率的电动压缩机。

本发明的电动压缩机包括以下元件。

15 一安放在密闭容器内的压缩部、以及一连结到压缩部并驱动压缩部的电动机部。电动机部包括 2 转子磁极的电动机, 电动机具有在压缩部一侧边上在端部的孔腔部, 并具有埋设有永久磁铁的转子铁心。压缩机部包括有由非磁性材料制成的轴承, 其延伸至孔腔部内侧。

20 这种结构使得磁吸引力不会作用在孔腔部内壁和轴承部外壁之间, 所以不会产生损耗转矩。由于轴承由非磁性材料制成, 所以来自永久磁铁的磁通不会被吸引到轴承上, 几乎全部磁通都通过转子铁心, 由此在轴承内几乎不产生铁损(尤其是涡电流损失), 结果可将电动机的高效率直接反映到压缩机。

另一种电动压缩机包括以下元件。

25 电动机部包括 2 转子磁极, 埋设有永久磁铁的转子铁心, 以及在压缩部的一侧边上在端部的孔腔部, 压缩部包括一轴承, 其一部分延伸至孔腔部内侧, 至少轴承的部分用非磁性材料制成。

30 这种构成使磁吸引力不会作用在孔腔部内壁和轴承外壁之间, 所以不会产生损耗转矩, 另外, 可防止因永久磁铁的磁通而在轴承产生的铁损(尤其是涡电流损失), 此外, 除了延伸到孔腔部内侧的轴承部分以外, 轴承的其余部分可使用廉价的铁系材料制作。轴承可与气缸体一体形成, 所以可提供高效

010923

和廉价的电动压缩机。

另一种电动压缩机包括如下元件。

电动机部包括2极转子，其中具有埋设永久磁铁的转子铁心。

5 压缩部包括由铁系材料制成的轴承，转子铁心在孔腔部中径向经过环形间隙面向轴承。

环形间隙使轴子侧上的磁通几乎不通过轴承，尽管轴承部由铁系材料制成，但既不产生损耗转矩，在轴承中也不产生铁损，特别是不产生涡电流损失，所以可将电动机的效率直接反映到压缩机。而且由于轴承是由铁系材料制成而且与其他部分一体形成，所以可制作廉价的电动压缩机。

10 附图简短说明

图1是本发明第一实施例的压缩机的纵向断面图；

图2是图1中的转子的横断面图；

图3是本发明第二实施例的压缩机的纵向断面图；

图4是本发明第三实施例的压缩机的纵向断面图；

15 图5是本发明第四实施例的压缩机的纵向断面图；

图6是图5中所示的转子的横断面图；

图7是公知压缩机的纵向断面图；

图8是公知的具有永久磁铁的二极自起动同步电动机中转子的轴向断面图；

20 图9是公知转子的横断面图。

实施发明的最佳形式

以下结合附图说明本发明的第一实施例。

第一实施例

25 图1是本发明第一实施例中压缩机的纵向断面图；图2是图1中的转子的横断面图。在图1中，压缩机包括下述元件：

设置在密闭容器51内部的压缩部52，具有永久磁铁的自起动同步电动机53，电动机53设在该压缩部52上方。安装在电动机53的转子55的轴54具有曲柄56。

30 压缩部52是由轴承57及气缸体60构成，通过连杆61将活塞58安装在曲柄56上，使压缩室62形成在气缸内。轴承57由铝压铸件和非磁性材料制成，轴54插入轴承中；气缸体60由铁系材料的铸件构成，具有供活塞

01.02.25

58 滑动的气缸 59。

利用螺栓 B 将轴承 57 安装到气缸体 60。在气缸 59 的端部安装有一包括排出阀和抽吸阀(均未图示)的阀室 63。在阀室 63 的抽吸阀侧安装有抽吸消音器 64。在曲柄 56 的端部安装有供油管 65，以将贮存在密闭容器 51 底部的润滑油 66 引导入压缩部 52 的滑动部件，因此达到良好均匀的润滑。

电动机 53 由定子 67 及转子 55 构成。其中定子 67 包括将绕线缠绕在由叠层厚 L1 的叠层电磁钢板制成的固定铁心；转子 55 包括由叠层电磁钢板制成的转子铁心 68。在该转子 55 的压缩部 52 侧，形成有孔腔部 69，轴承 57 的一部分延伸至该孔腔部 69 内。

参照图 2 详细说明转子 55 的构成。在转子铁心 68 内，埋设有二对永久磁铁 70a 及 70b。磁铁 70a 及 70b 是由钕-铁-硼系铁磁性材料制成的平板形稀土磁铁；即将两块磁铁相互邻接构成角度 α' 对接成山形状，然后轴向埋入转子铁心 68 中。第一对 70a 的磁铁的埋入使其配置成 S 极朝向转子的外侧，N 极朝向内侧。第二对 70b 的埋入使其配置成 N 极朝向转子的外侧，S 极朝向内侧。如此，第一对形成一个转子磁极，第二对即形成另一个磁极，最终整个转子 55 具有 2 极数。将各磁铁的宽度尺寸设为 P' 。

磁铁 70a 及 70b，在将其插入在转子铁心 68 前起磁或插入后起磁，如果考虑方便作业，在永久磁铁的磁性体插入固定后再起磁较为理想。

虽然将磁铁的一对配置成山形状，以形成转子磁极，但也可采用弧形的一个磁铁来形成一个转子磁极。

由铝压铸件一体成型多个设在转子铁心 68 的导体杆 71、及覆盖在转子铁心 68 的轴向两端的短路环 72，以形成起动笼型导体。在所埋设的磁铁 70a 及 70b 的轴向两端，设有用来防止磁铁脱落的非磁性端板 73。在相邻的磁铁 70a 与 70b 间，如图 2 所示，在邻近磁铁对 70a 和 70b 之间，设有防止该磁铁间的磁通短路的势垒 74，此势垒 74 形成在转子铁心 68 在轴向形成的槽缝状孔中，当起动笼型导体形成时，铝压铸件充填入这些孔中以构成势垒 74。

图 2 中的箭头符号概括地说明磁铁 70a 及 70b 的磁通。

图 2 上部表示来自二个磁铁 70a 的 N 极发出的磁通，集中通过靠近孔腔部 69 外周的转子铁心 68，并被吸到图下部的二个磁铁 70b 的 S 极。

此时，转子铁心 68 中部分形成狭窄的磁路，使得磁通密度变得非常高。

01.03.28

然而，由于延伸至孔腔部 69 内侧的轴承 57 是由非磁性材料即铝压铸件形成，所以磁吸引力不会作用在孔腔部 69 的内壁与轴承 57 的外壁之间，因而不会产生消耗转矩。另外轴承 57 并不吸引磁通，所以不会产生因磁通进入轴承 57 而在轴承 57 内产生涡电流损失等。

- 5 因此，采用永久磁铁的同步电动机 53 的高效率反映到压缩机。其结果，可提供高效率的压缩机。

第二实施例

图 3 是本发明第二实施例中的压缩机的纵向断面图。该第二实施例在如下方面与上述第一实施例不同。

- 10 即，图 1 所示的第一实施例中虽使用螺栓 B 将轴承 57 固定在气缸体 60 上，但图 3 所示的第二实施例中，是将轴承 57 压配或收缩配入气缸体 60 上。其他与第一实施例中所说明的构成相同元件用同一符号表示，省略对其详细的说明。第二实施例也能产生与上述第一实施例同样的效果。

第三实施例

- 15 图 4 是本发明第三实施例中的压缩机的纵向断面图。

图 4 中，与图 1 所示的第一实施例相同构成的元件用同一符号表示，省略对其详细的说明。

- 20 第 1 轴承 75，由例如铝压铸件的非磁性材料构成，并且其中插入轴 54。气缸体 76 由铁系材料铸件构成，包括第二轴承 77 及气缸 59。其中：第二轴承 77 中插入轴 54；使通过连杆 61 而安装在轴 54 的曲柄 56 的活塞 58 滑动，使气缸 59 形成压缩室 62。第一轴承 75 延伸至转子铁心 68 的孔腔部 69 内，同时在孔腔部 69 外侧与气缸体 76 的第二轴承 77 连结。

- 25 在此构成下，由于磁吸引力不会作用在孔腔部 69 的内壁与第一轴承 75 的外壁间，所以不会产生消耗转矩，而且也不会轴承 75 内产生涡电流损失，因而可实现高效率的压缩机。

上述轴承 75 虽以使用铝系材料作为实例说明，但也可用铜系材料或陶瓷材料等的其他非磁性材料，由于只将第一轴承 75 由非磁性材料形成，从而可用廉价的铁系材料来一体成型第二轴承 77 和气缸体 76。因此，可提供既高效又廉价的压缩机。

30 第四实施例

图 5 是本发明第四实施例中的压缩机的纵向断面图；图 6 是图 5 中转子

01.02.08

的横断面图；

图 5 中，压缩机包括：压缩部 102，其设置在密闭容器 101 的下部；以及具有永久磁铁的自起动同步电动机 103，其设置在该压缩部 102 的上方。安装在电动机 103 的转子 105 的轴 104 包括曲柄 106。

5 插入在轴承 107 中的轴 104，是由铁系材料的铸件构成轴承 107 与带有气缸 109 的气缸体 200 一体形成。活塞 208 在气缸内滑动，其通过连杆 201 安装在曲柄 106 上，使气缸体 200 内形成压缩室 202。

10 在气缸体 200 的端部，安装有一具有排出阀和抽吸阀(均未图示)的阀室 203。在阀室 203 的抽吸阀侧安装抽吸消音器 204。在曲柄 106 的端部连接有供油管 205，用以引导贮存在密闭容器 101 底部的润滑油 206 到压缩部 102 的滑动部件，因此获得良好平稳的润滑。

电动机 103 由定子 207 及转子 105 构成。其中定子 207 包括将绕线缠绕在由叠层厚 L2 的叠层电磁钢板所构成的定子铁心；转子 105 包括由叠层电磁钢板形成的转子铁心 108。

15 在第四实施例中，转子 105 未设置孔腔部，电动机侧上的轴承 107 的端面 107a，从转子铁心 108 的端面 108a 分离，因此转子铁心的端面 108a 及轴承的端面 107a 之间在轴向上存在有间隙。

参照图 6，详细说明转子 105 的构成。在转子铁心 108 内，如下所示，埋设有二对永久磁铁 300a 及 300b。磁铁 300a 及 300b 是由钕-铁-硼系的铁磁性材料构成的平板稀土磁铁。将二块磁铁相互邻接以角度 α 对接成山形状，并轴向埋设在转子铁心 108 中。第一对 300a 埋设成面向转子外侧成为 S 极，而面向内侧成为 N 极。第二对 300b 埋设成面向外侧成为 N 极，而面向内侧成为 S 极，如此，第一对形成一个转子磁极，而第二对则形成另一个转子磁极，最终整个转子 105 形成 2 极。每个磁铁的宽度尺寸设定为 Q。

25 虽然磁铁 300a 及 300b 可在它们插入转子铁心 108 前起磁或插入后起磁，但如果考虑作业方便，待永久磁铁的磁性体插入固定后再起磁较为理想。

虽将一对磁铁配置成山形状，以形成转子磁极 1，但也可用弧形的一个磁铁来形成转子磁极 1。

30 由铝压铸件一体成型多个设在转子铁心 108 的导体杆 301、及覆盖在转子铁心 108 的轴向两端的短路环 302，以形成起动笼型导体。在所埋设的磁

010226

铁 300a 及 300b 的轴向两端，设有用来防止磁铁脱落的非磁性端板 303。

在相邻磁对 300a 及 300b 间，如图 6 所示，设有用于防止磁铁间的磁通短路的势垒 304，该势垒 304 形成在转子铁心 108 的轴向的槽缝状孔中，在形成上述起动笼型导体时，在孔中填充铝压铸件以此构成势垒 304。

5 将第四实施例与上述各实施例比较，可知有 $L2 < L1$ 、 $\beta > \alpha'$ 、 $Q > P$ 等的关系。从转子 105 取出的由永久磁铁产生的磁通量，可认定为与磁铁宽度和轴向长度的乘积、即磁铁的磁极面积大致成比例。由此可知，在第四实施例中，通过将磁铁的对接角度从 α' 扩大为 β ，将永久磁铁的宽度尺寸从 P 扩大为 Q ，因而缩短磁铁的轴向长度，结果可减少转子铁心 108 的叠层电磁
10 钢板的叠层厚度。

另一方面，定子 207 的叠层电磁钢板的叠层厚度，可通过扩大对应于转子铁心 108 的磁极面积的定子铁心磁路，从 $L1$ 降低到 $L2$ ，从而可使定子铁心 207 的厚度对应于转子铁心 108 的厚度。因此可消除上述各实施例中的孔腔 69 的厚度，即由于没有孔腔而减少压缩机的高度。

15 由于磁吸引力而造成的损耗转矩或轴承 107 内的涡电流损失，起因于来自转子铁心 108 端面的漏磁通。即使轴承 107 是铁系材料制造，但将其端面 107a 设置在与转子铁心 108 的端面 108a 分离的位置，由此产生的损耗转矩和涡电流损失，远比延伸在孔腔内的铁系材料的轴承产生的小得多，即可以忽略。

20 轴承 107 可用廉价的铁系材料铸件制造，并与气缸体 200 一体形成，而且因在转子中没有孔腔所以转子容易制造，结果，提供了一种高效廉价的压缩机。

在上述实施例中，即从第一实施例至第四实施例，采用永久磁铁的自起动同步电动机作为实施例进行了说明，但是如果以同样方法采用永久磁铁，并且以上述实施例的相同方式设定孔腔部和轴承之间的位置关系，则具有二
25 极的直流无刷电动机也能产生相同的优点。因为直流无刷电动机不仅具有导体杆和短路环，即用于起动的笼形导体，另一方面，其具有埋入转子内的永久磁铁，这种结构对自起动同步电动机是共同的。

工业实用性

30 该压缩机包括一安放在密闭容器内的压缩部以及一连结到压缩部并将压缩部驱动的电动机部。电动机部具有 2 转子磁极的电动机，电动机部具有

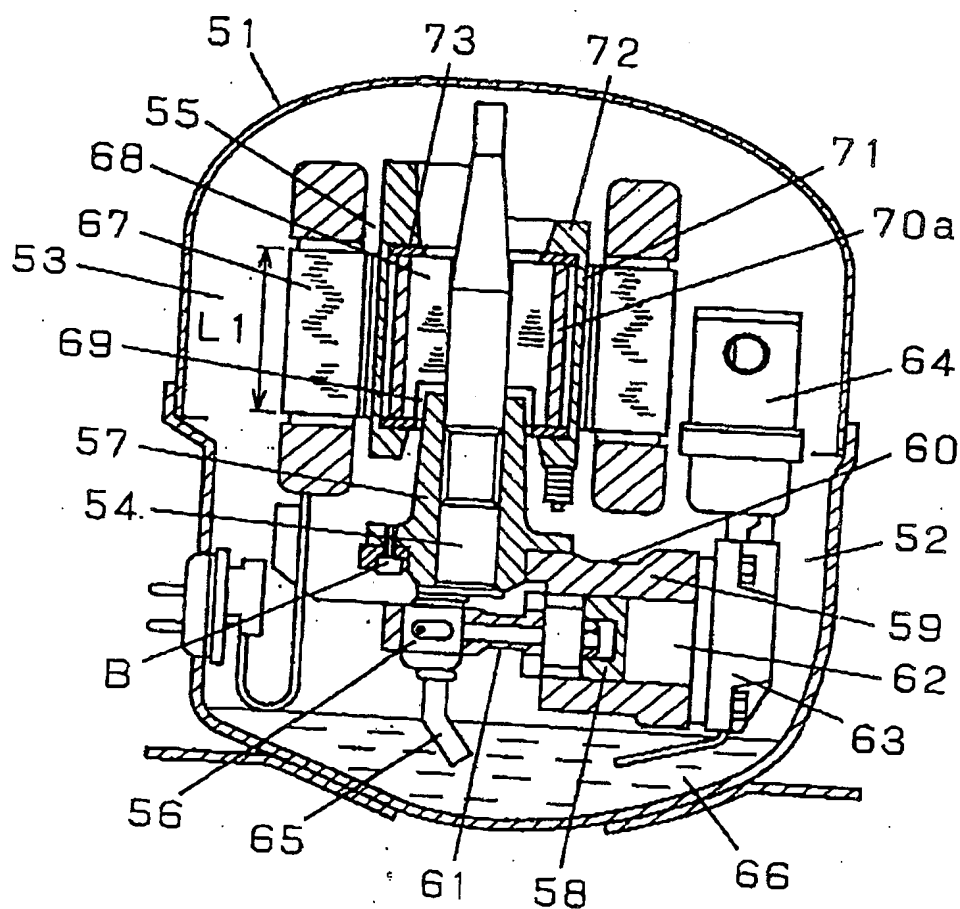
01.02.20

在压缩部一端上的孔腔部，还包括埋设有永久磁铁的转子铁心。压缩部包括由非磁性材料制成的轴承，其延伸至孔腔部内侧。该结构可降低由孔腔部内壁及轴承之间的磁吸引力所造成的损耗转矩，以及轴承内的涡电流损失，因此可获得高效率的压缩机。

01.02.28

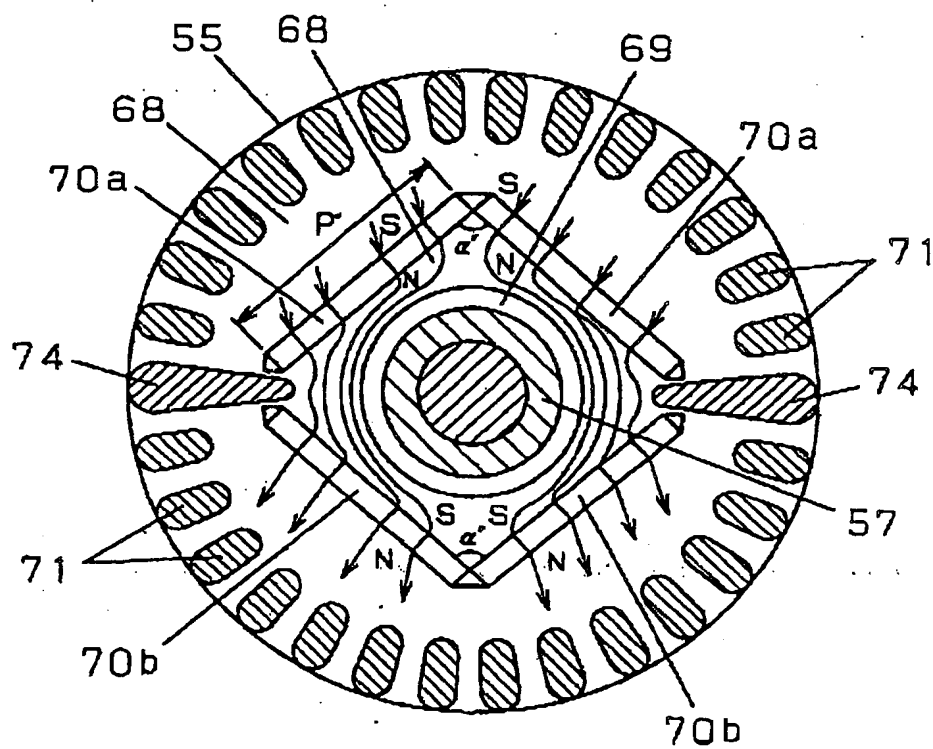
说明书附图

图 1



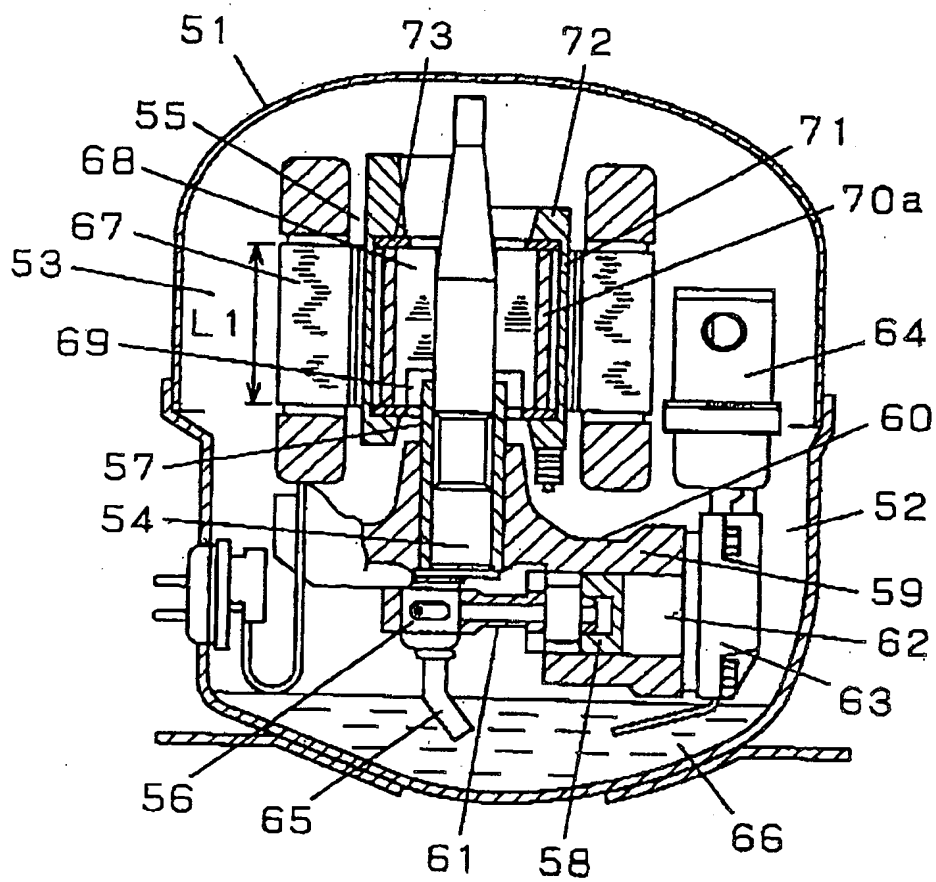
01.03.28

图 2



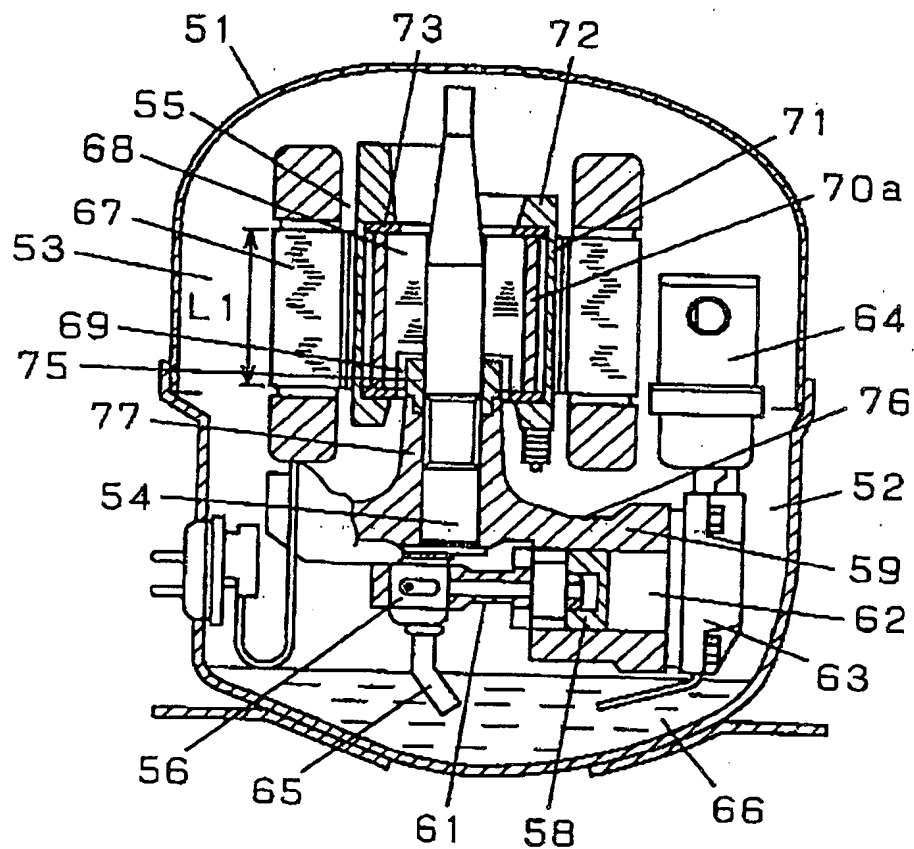
010028

图 3



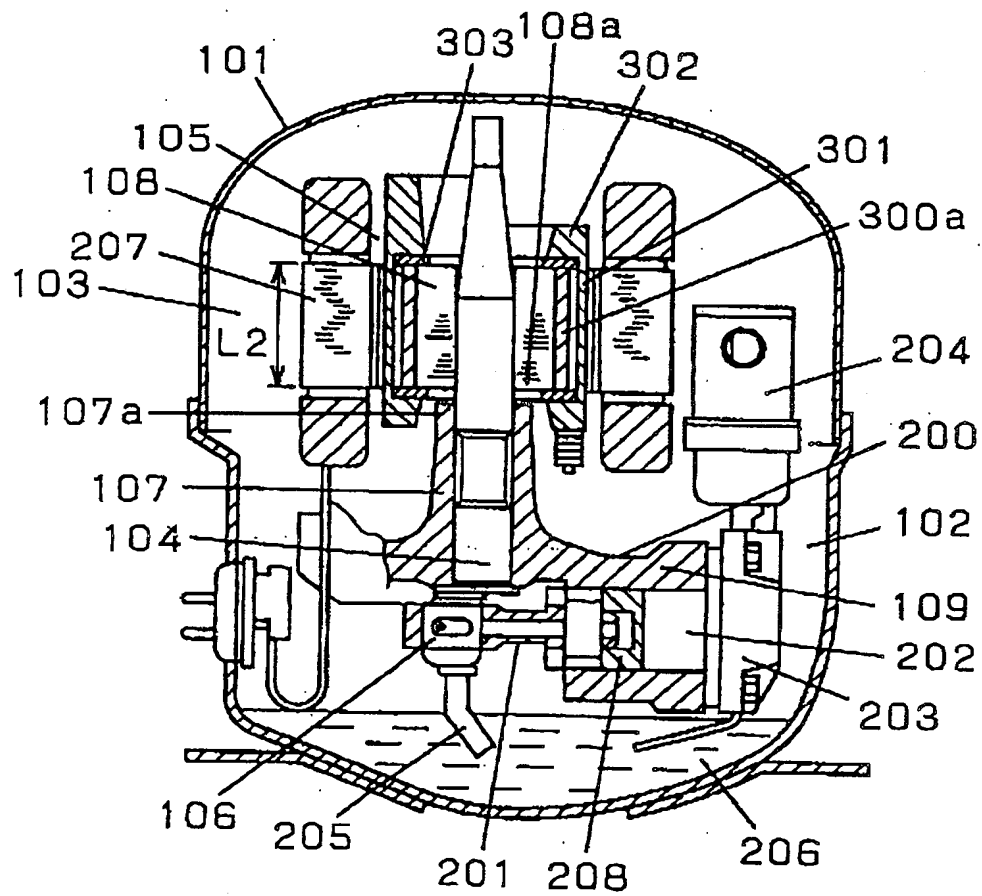
010038

图 4



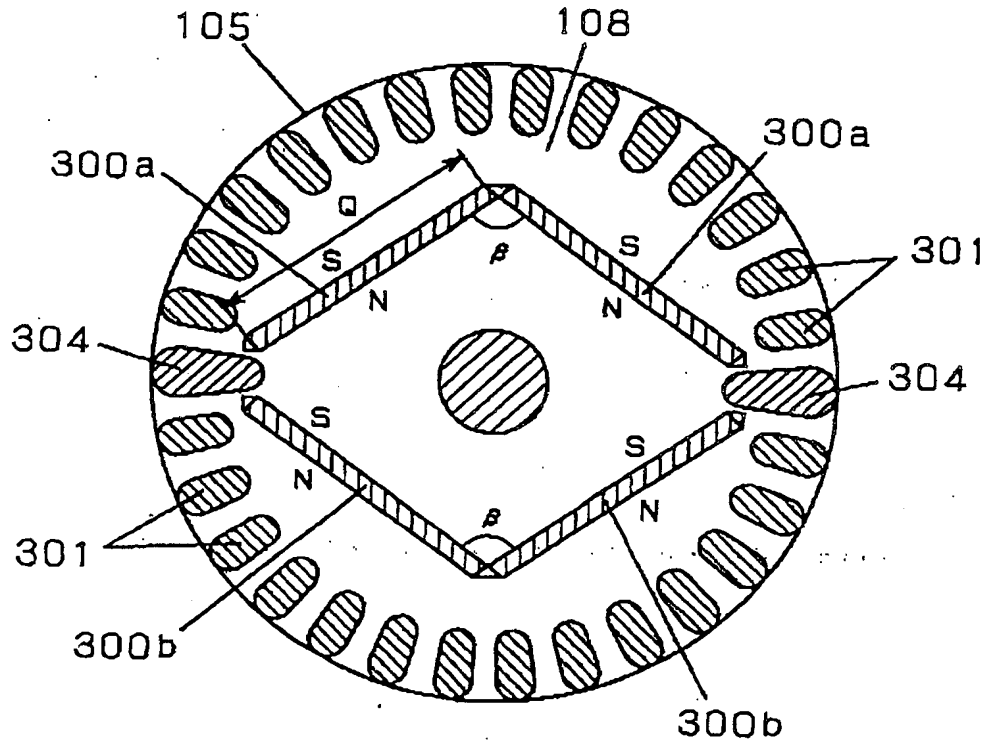
01.03.28

图 5



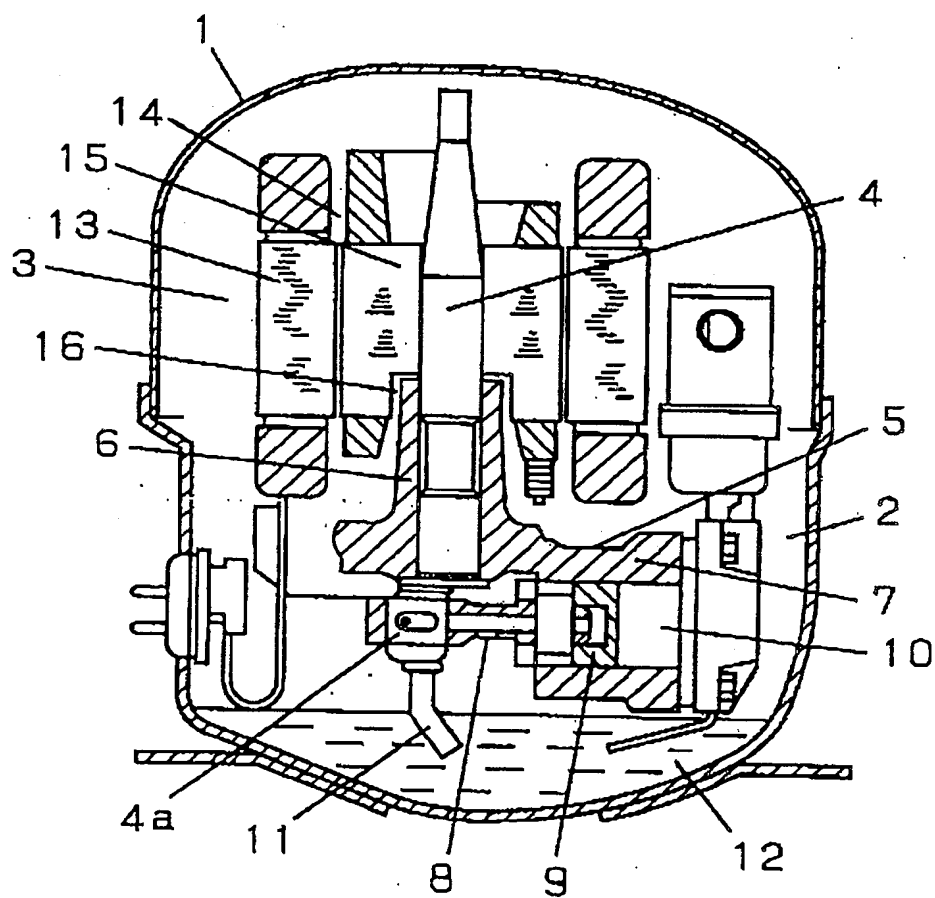
01:03:28

图 6



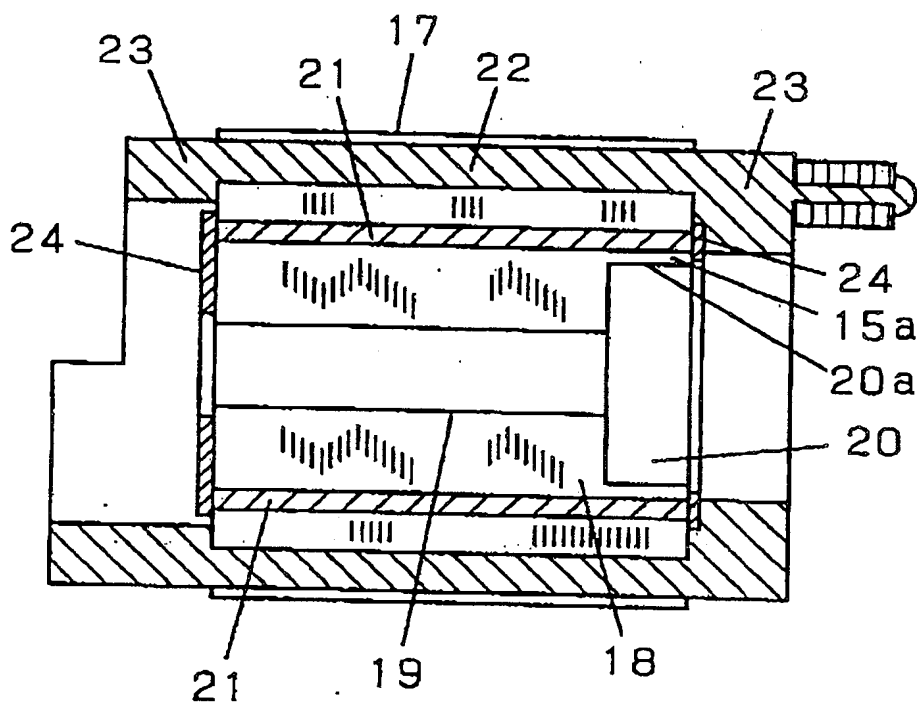
01.03.08

图 7



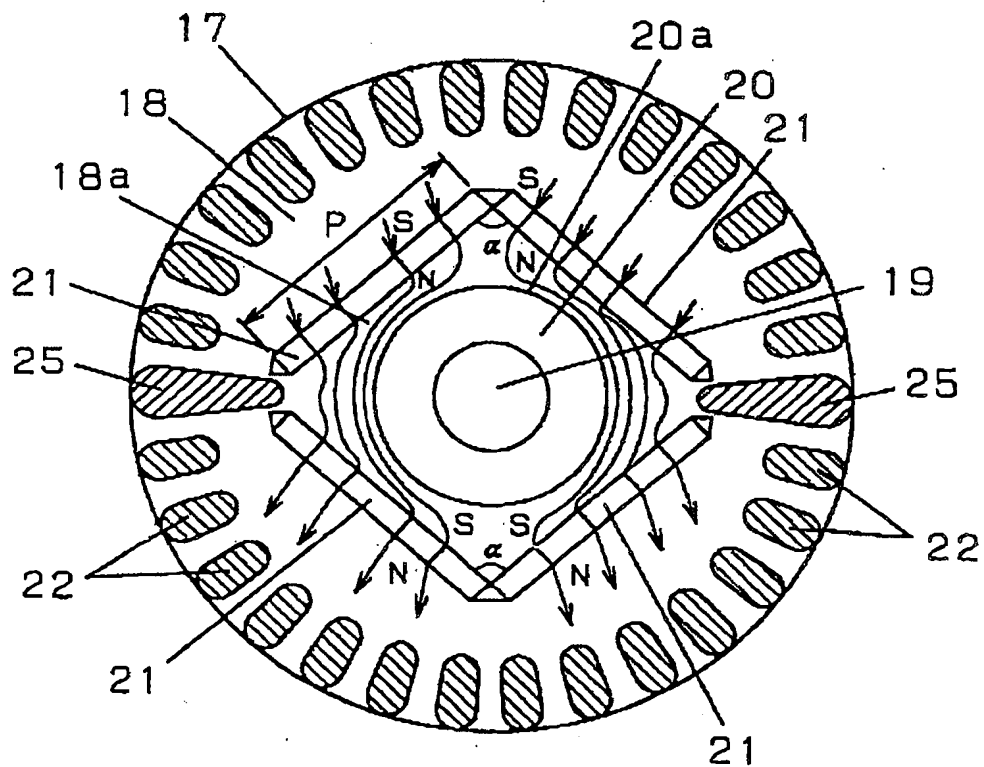
01.02.20

图 8



010029

图 9



01-05-05

附图参照号

- 51 密闭容器
- 52 压缩部
- 53 电动机
- 55 转子
- 57 轴承
- 68 转子铁芯
- 69 孔腔部
- 70a,70b 永久磁铁